

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-268145

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

G02B 6/04

G02B 6/24

H04B 10/02

(21)Application number : 09-087569

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
GIJUTSU KENKYU KUMIAI  
SHINJOHO SHIYORI KAIHATSU  
KIKO

(22)Date of filing : 21.03.1997

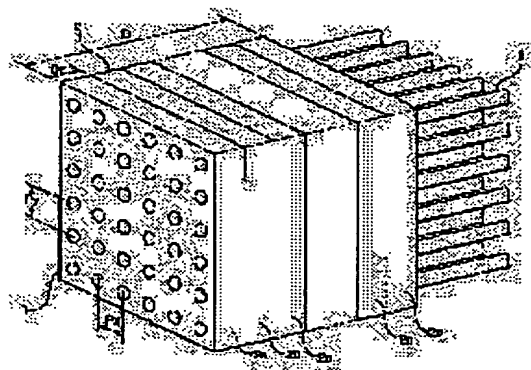
(72)Inventor : KATO TAKASHI

## (54) TWO-DIMENSIONAL OPTICAL FIBER ARRAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device having the high density and high accuracy of the two-dimensional array of optical fibers.

**SOLUTION:** This two-dimensional optical fiber array device has optical fibers 1 led and fixed through a stack body 2 formed out of a plurality of ceramic plates 2a to 2o having a plurality of preliminarily formed elaborate holes, stacked on top of each other. In order to manufacture the array device, a plurality of filament materials (metallic wires) having the same diameter as the optical fibers 1, or a diameter different from the diameter thereof are inserted in the holes of the first ceramic plate 2a, and led through other ceramic plates (2b, 2c...2o) in sequence, using the filament materials as a guide. Then, the ceramic plates are aligned with one another in terms of the positions of the holes and stacked, thereby being fixed. Thereafter, the filament materials as the guide are pulled out and the optical fibers 1 are led and fixed through the ceramic plate stack body 2. Finally, the edges of the optical fibers 1 and the ceramic stack body 2 are polished and aligned.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.01.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-268145

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

G 0 2 B 6/04

識別記号

F I

G 0 2 B 6/04

A

D

6/24

6/24

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

H

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-87569

(22) 出願日

平成9年(1997)3月21日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71) 出願人 593162453

技術研究組合新情報処理開発機構

東京都千代田区東神田2-5-12 龍角散ビル8階

(72) 発明者 加藤 隆志

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

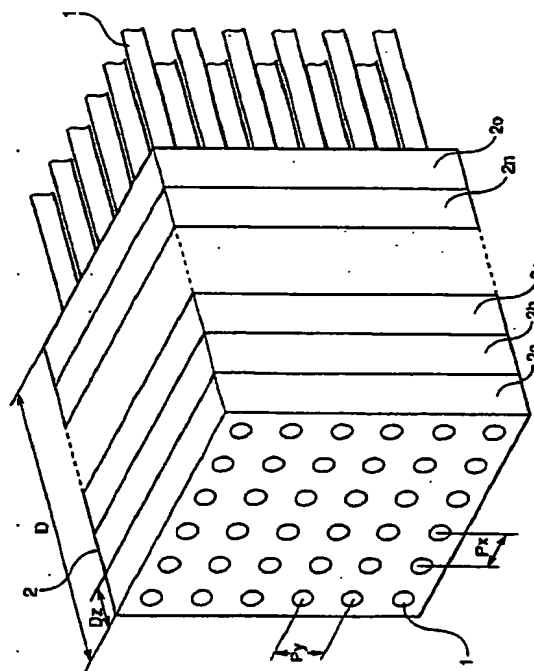
(74) 代理人 弁理士 岡部 恵行 (外1名)

(54) 【発明の名称】 2次元光ファイバアレイ装置

(57) 【要約】

【課題】 光ファイバを高密度且つ高精度に2次元配列した装置の提供。

【解決手段】 この発明の2次元光ファイバアレイ装置では、夫々複数個の穴(Hij)が予め精巧に形成された複数枚のセラミクス板(2a, 2b, 2c, ..., 2o)が積層された積層体(2)に、光ファイバ(1)が貫通固定される。このアレイ装置を作製するには、先ず、第1のセラミクス板(2a)の穴(Hij)に、光ファイバ(1)と同径又は異径の線状体(金属線)が複数本挿入され、この線状体をガイドとして別のセラミクス板(2b, 2c, ..., 2o)が順次通され、各セラミクス板が穴位置を合わせて互いに積層され固定される。そして、ガイドとなった線状体が抜かれ、代りに、光ファイバ(3)がセラミクス板積層体(2)に挿通され固定され、最後に、光ファイバ(1)及びセラミクス積層体(2)の端面が研磨され揃えられる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数個の穴(Hij)を有する複数枚のセラミクス板(2a, 2b, 2c, ..., 2n, 2o)が穴位置を合わせて積層され、これらの穴により複数個の貫通孔が形成されるセラミクス板積層体(2)、及び、このセラミクス板積層体(2)に固定され、前記貫通孔に挿通される光ファイバ(1)を具備することを特徴とする2次元光ファイバアレイ装置。

【請求項2】前記セラミクス板(Hij)の複数個の穴は、エキシマレーザにより形成されていることを特徴とする請求項1に記載の2次元光ファイバアレイ装置。

【請求項3】複数個の穴(Hij)が所定ピッチ(Px, Py)で2次元的に形成された少なくとも2枚のセラミクス板(2a, 2b, 2c, ..., 2n, 2o)を用意する工程、

第1のセラミクス板(2a)に形成された複数個の穴(Hij又はHa~Hd)に、光ファイバ(1)と同径又は異径の複数本の線状体(3)を挿通する工程、

前記線状体(3)を、別のセラミクス板(2b, 2c, ..., 2o)の対応する穴(Hij)に挿通し、複数枚のセラミクス板(2a, 2b, ..., 2o)を穴位置が合わされた状態で順次積層して、これらのセラミクス板の穴が互いに連通されることによって複数個の貫通孔が形成されたセラミクス板積層体(2)を組み立てる工程、このセラミクス板積層体(2)から前記線状体(3)を引抜き、前記光ファイバ(1)を前記貫通孔に挿入して該セラミクス板積層体(2)に固定する工程、及び、前記光ファイバ(1)及びセラミクス板積層体(2)の端面を研磨し揃える工程から成ることを特徴とする2次元光ファイバアレイ装置の作製方法。

【請求項4】前記セラミクス板(2a, 2b, ..., 2o)の複数個の穴(Hij)は、エキシマレーザにより形成されることを特徴とする請求項3に記載の2次元光ファイバアレイ装置の作製方法。

【請求項5】前記セラミクス板積層体(2)を組み立てる工程において、別の各セラミクス板(2b, 2c, ..., 2o)が、積層されていく毎に、順次接合固定されていくことを特徴とする請求項3又は4に記載の2次元光ファイバアレイ装置の作製方法。

【請求項6】前記セラミクス板積層体(2)を組み立てる工程において、全セラミクス板(2a, 2b, ..., 2o)が、積層された後に、一括して接合固定されることを特徴とする請求項3又は4に記載の2次元光ファイバアレイ装置の作製方法。

【請求項7】前記線状体(3)は金属線であることを特徴とする請求項3~6の何れか一項に記載の2次元光ファイバアレイ装置の作製方法。

【請求項8】前記光ファイバ(1)を前記セラミクス板積層体(2)に固定する工程において、これらの光ファイバ(1)は、第1のセラミクス板(2a)及び最後に

積層されるセラミクス板(2o)のみと接着固定されることを特徴とする請求項3~7の何れか一項に記載の2次元光ファイバアレイ装置の作製方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

【産業上の利用分野】この発明は、2次元光ファイバアレイ装置及びその作製方法、より詳しくいうと、光通信分野において並列光伝送を行うのに用いられ、光ファイバの出射光端面或いは入射光端面が縦横に2次元的に配列される2次元光ファイバアレイ装置及びその作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光ファイバ端面をマトリクス状に配列したこの種の2次元光ファイバアレイ装置には、図1や図2に示される装置がある。図1の2次元光ファイバアレイ装置を得るには、先ず、例えばシリコン(Si)のような材料で作られ所定の厚さTjを有する基板Sjに、“V”字形の断面を有し互いに所定のピッチPxをもって平行する複数(m)個の溝Giが横方向に形成される。次に、これらのV形溝Gi内に光ファイバ1が挿入され並置されて、一旦、1次元光ファイバアレイRjが作製される。そして、このようにして作製された複数(n)枚の1次元アレイR1, R2, ..., Rnが互いに接合して縦方向に順次積み重ねられることによって、光ファイバ1がマトリクス状(m行n列)に配置された2次元光ファイバアレイが作製される。

【0003】このようにして作製される図1の2次元光ファイバアレイ装置においては、V形溝Rjを形成する最初の段階において各基板Sj上にV形溝Giを精度良く形成することができるので、横方向の溝ピッチPxについては、所望の大きさ及び精度が問題なく得られる。

【0004】一般的に、2次元光ファイバアレイ装置には光ファイバができるだけ高密度に配列されることが望まれており、現在では、例えば250μmピッチで光ファイバを縦横方向に配置するものが広く使用されている。しかしながら、図1の2次元光ファイバアレイの縦方向ピッチPyを左右する要因である基板Sjの厚さTjには、基板Sj上にV形溝Giが形成され光ファイバ1が並置された1次元ファイバアレイRjを作製するために、作業性と精度の観点から、例えば500μm程度のある程度の大きさが必要である。従って、基板Sjを積み重ねてこのような所望ピッチに合うようなより短い縦方向間隔を得ることは難しい。

【0005】図1の2次元光ファイバアレイ装置の縦方向ピッチPyについては、また、複数の1次元アレイR1, R2, ..., Rnが積み重ねられることから、原理的に十分に良好な精度が得られない。即ち、各基板Sj間の接合は、接着剤を使用せずに超洗浄表面の接触のみによる貼り合わせにより行うことによって、精度劣化に

対してさほど問題にはならないものの、むしろ、各基板  $S_j$  の厚さ  $T_j$  の精度が、より大きい問題点になる。そして、たとえ、各基板  $S_j$  の厚さ  $T_j$  の精度が上げられたとしても、累積誤差を必然的に伴うので、縦方向ピッチ  $P_y$  に所望の精度を得ることが難しい。

【0006】また、図2に示される2次元光ファイバアレイ装置では、一本の光ファイバ1がフェルール  $F_{ij}$  内に挿通されて単芯の光ファイバを備えた単一アレイ要素  $E_{ij}$  が作製される。それから、このようにして作製された複数本のアレイ要素  $R_{11}, R_{21}, \dots, R_{m1}; R_{12}, R_{22}, \dots, R_{m2}; \dots; R_{1n}, R_{2n}, \dots, R_{mn}$  が、枠  $FR$  内に縦横に並置されることによって、光ファイバ1がマトリクス状に配置された2次元アレイが構成される。

【0007】このようにして構成される図2の2次元光ファイバアレイ装置においては、各アレイ要素  $E_{ij}$  は、各フェルール  $F_{ij}$  の外径  $\phi_{ij}$  自体に公差が存在する。従って、これらのアレイ要素  $E_{ij}$  を互いに接触させて積み重ねると、やはり、各公差が累積されるので、光ファイバ1の並置芯数が多くなるにつれて、良好なピッチ精度を得るのが非常に難しくなってくる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の主たる目的は、光ファイバの高密度の配列を高精度に実現する2次元光ファイバアレイ装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題は、この発明に従って、複数個の穴を有する複数枚のセラミクス板が穴位置を合わせて積層され、これらの穴により複数個の貫通孔が形成されるセラミクス板積層体、及び、このセラミクス板積層体に固定され、前記貫通孔に挿通される光ファイバを具備する2次元光ファイバアレイ装置によって解決される。

【0010】上述した課題は、また、この発明に従って、複数個の穴が所定ピッチで2次元的に形成された少なくとも2枚のセラミクス板を用意する工程、第1のセラミクス板に形成された複数個の穴に、光ファイバと同径又は異径の複数本の線状体を挿通する工程、前記線状体を、別のセラミクス板の対応する穴に挿通し、複数枚のセラミクス板を穴位置が合わされた状態で順次積層して、これらのセラミクス板の穴が互いに連通されることによって複数個の貫通孔が形成されたセラミクス板積層体を組み立てる工程、このセラミクス板積層体から前記線状体を引き抜き、前記光ファイバを前記貫通孔に挿入して該セラミクス板積層体に固定する工程、及び、前記光ファイバ及びセラミクス板積層体の端面を研磨し揃える工程から成る2次元光ファイバアレイ装置の作製方法によって解決される。

【0011】この発明によると、このように、光ファイバが挿通されるセラミクス板積層体の貫通孔の位置が、このセラミクス板積層体の構成要素となる複数枚のセラ

ミクス板の各々に極めて高い精度をもって予め形成される複数個の穴によって厳密に規定されるので、光ファイバの配列ピッチの精度を大幅に向上することができる。

【0012】また、この発明によると、予め複数個の穴が精度良く形成された複数枚のセラミクス板を、これらの穴が互いに対応して連通するように、穴の貫通方向にそのまま積層する方法がとられるので、2次元光ファイバアレイ装置を精度よくしかも簡単に組み立てることができる。

【0013】この発明の他の特徴及び利点は、添付した図面を用いた実施例についてなされる以下の説明からより明瞭に理解することができるが、この発明の範囲は、これらの説明によって何ら限定されず、特許請求の範囲の規定のみによって限定される。

【0014】

【発明の実施の形態】図3には、この発明の一実施例による2次元光ファイバアレイ装置の正面斜視図が概略的に示されている。光ファイバ1は、セラミクス板積層体2を貫通する孔に挿通され、セラミクス板積層体2内に固定されている。このセラミクス板積層体2は、2次元的に広がる複数個の穴が夫々形成された少なくとも2枚のセラミクス板2a, 2b, 2c, ..., 2n, 2oが貫通孔の通る方向に積層されて構成される。従って、光ファイバ1は、この積層によりこれらの穴が連通することによって形成される貫通孔に挿通されている。

【0015】各セラミクス板2a, 2b, ..., 2oは、典型的には、現在フェルールとしてよく利用されているジルコニアのようなフェルール材料で作製されるが、アルミナ、SiC、ペリリア樹脂、フォスフェイトのような材料を用いることもできる。図4には、セラミクス板2a, 2b, ..., 2oの構造が第1のセラミクス板2aで代表させて例示されている。この図にみられるように、これらのセラミクス板2a, 2b, ..., 2oは、レーザ等による穴加工を適用することができる厚さ、例えば、0.1~1mm程度の板厚  $D_z$  を有しており、複数個の穴 ( $H_{ij}$ ) が形成されている。

【0016】これらの穴 ( $H_{ij}$ ) は、典型的には、例えば、エキシマレーザ (excimer laser) のような高精度高効率のレーザ加工法によって、横方向及び縦方向に所定ピッチ  $P_x, P_y$  の間隔で互いに離間するように、極めて高い精度で形成されている。これらの穴 ( $H_{ij}$ ) の内径は、加工用レーザ径に対応しており、例えば、125  $\mu\text{m}$  (+0.5~2  $\mu\text{m}$ ) 程度とされる。なお、このような穴の形成には、エキシマレーザの外に、必要に応じて、YAG、ガラス (YAGの一種)、CO<sub>2</sub>、ルビー、半導体等のレーザ加工法を用いることができるが、ルビーや半導体のレーザ加工法は、パワーの面で若干劣る。

【0017】このように複数個の穴 ( $H_{ij}$ ) が高精度に形成されたこれらのセラミクス板2a, 2b, ..., 2o

10

20

30

40

50

は、全積層厚Dが光ファイバ1を固定するのに必要な厚さとなるように積層されている。従って、セラミクス板積層体2内には、これらのセラミクス板2a, 2b, ..., 2oの対応する穴同士が互いに連通された貫通孔が高精度に形成され、光ファイバ1が、これらの貫通孔に挿通され、適当な固定手段によってセラミクス板積層体2に固定される。

【0018】光ファイバ1のセラミクス板積層体2への固定のためには、所定のセラミクス板の穴径を極く僅かに大きくし、例えば、第1及び最終のセラミクス板2a, 2oの穴を、予め他のセラミクス板2b, 2c, ..., 2nの穴よりも内径が極く僅かに大きくなるように形成しておき、この大径部でのみ接着剤等により光ファイバ1を固定する等の方法を採用するなどの方法をとることによって、光ファイバ1が所定のセラミクス板に固定されるようにするのが好ましい。もちろん、他の適当な固定方法を用いてもよい。

【0019】図5, 6には、このような2次元光ファイバアレイ装置を作製するための一方法を実施する工程が示されている。2次元光ファイバアレイ装置を作製するための一方法を図4~6を用いて説明しよう。

【0020】先ず、前述と同様に、ジルコニア、アルミナ、SiC、ベリリア樹脂、フォスファイトのような材料で作製され、例えば0.1~1mm程度の厚さを有する少なくとも2枚のセラミクス板2a, 2b, 2c, ..., 2n, 2oが用意される。これらのセラミクス板2a, 2b, ..., 2oは、図4（この図には、セラミクス板2aが代表的に示されている）では、円盤状乃至ウェハ状を呈しているが、このような形状に限らず、必要に応じて、楕円や矩形（正方形、長方形）等任意の形状と

【0021】用意されたこれらのセラミクス板2a, 2b, ..., 2oの各々は、一方の面から、典型的には、前述したようエキシマレーザで穿孔加工が行われる。或いは、このエキシマ加工に代わることができるような高精度高効率のレーザ加工（例えば、前述したYAG、ガラス、CO<sub>2</sub>、ルビー、半導体等のレーザによる加工）が施される。このような高精度レーザ加工によって、図4に示されるように、光ファイバ1を入れるための125μm（+0.5~2μm）程度の内径をもつ穴（Hij）が、横方向及び縦方向に所定ピッチPx, Pyで高い精度で形成される。

【0022】このようにして、複数個の穴（Hij）が精巧に形成されたセラミクス板2a, 2b, ..., 2oが得られる。次に、これらのセラミクス板の中から第1のセラミクス板2aが取り出され、図5（a）のように、このセラミクス板2aに形成された複数個の穴に、複数本の線状体3が挿通される。これらの線状体3は、最終的に挿入されるべき光ファイバ1に等しい外径、及び、光ファイバ1を固定するのに要する厚さDより十分大きい

長さを有し、所定の剛性及び強度を有する金属等の材料によって作られており、予め形成されていた複数個の穴（Hij）のうち、少なくとも2箇所、望ましくは、図5のように4箇所、必要ならば、それ以上の箇所（例えば、全部）の穴に挿通される。

【0023】それから、別のセラミクス板2bが取り出され、第1のセラミクス板2aを貫通している複数本の線状体3を、このセラミクス板2bの対応する複数個の穴に挿通させ、このセラミクス板2bが、これらの線状体3をガイドとして、第1のセラミクス板2aに穴位置を合わせた状態で積層させられる。さらに別のセラミクス板2cが取り出され、同様に、両セラミクス板2a, 2bを貫通している複数本の線状体3をガイドとして、このセラミクス板2cが積層された両セラミクス板2a, 2b上に更に積層するという作業が行われる。

【0024】そして、光ファイバ1を固定するのに十分な厚さDになるまで、このような積層作業が繰り返えされ、少なくとも2枚のセラミクス板2a, 2b, 2c, ..., 2n, 2oが穴位置を整合した状態で積層され、セラミクス板積層体2が組み立てられる。

【0025】積層されるこれらのセラミクス板2a, 2b, ..., 2oは、各セラミクス板2b, 2c, ..., 2oが順次積層されていく度毎に、表面を直接的に接合したり或いは接着剤を介して接着したりするというようにして、順次相互間を固定していくという方法で、相互に固定することができる。しかし、このような順次固定方法の代えて、全セラミクス板2a, 2b, ..., 2oを所定の厚さDに積層した後に、これらのセラミクス板を一括して、加圧乃至加熱し接合・固定することもできる。

【0026】このようにしてセラミクス板積層体2が組み立てられると、被積層セラミクス板2b, 2c, ..., 2oのガイドとして使用された線状体3がセラミクス板積層体2から引き抜かれる。その後、図6に示されるように、線状体3が引き抜かれたセラミクス板積層体2には、セラミクス板2a, 2b, ..., 2oの穴の相互連通によって複数個の貫通孔が形成されているので、光ファイバ1が、これらの貫通孔に挿入され、セラミクス板積層体2に固定される。

【0027】光ファイバ1をセラミクス板積層体2に固定するためには、必要に応じて任意の方法を採用することができ、例えば、前述のように、第1及び最終のセラミクス板2a, 2oの穴を、予め他のセラミクス板2b, 2c, ..., 2nの穴よりも内径が僅かに大きくなるように形成しておき、この大径部で接着剤等により光ファイバ1を固定する等の方法を採用することによって、光ファイバ1を所定のセラミクス板に固定することができる。

【0028】そして、光ファイバ1がセラミクス板積層体2に固定された後は、セラミクス板積層体2の端面及び光ファイバ1の端面が、よく知られた方法で研磨され、端面形状が揃えられる。

【0029】なお、上述した方法は、この発明の2次元光ファイバレイ装置を実現するための一つの方法を提示したものに過ぎず、精神を逸脱しない範囲内で、種々に変更することができる。例えば、各セラミクス板2a、2b、…、2oの板厚Dzや材質は、互いに同等とすることは要せず、必要に応じて変えることができる。

【0030】また、図7に示すように、光ファイバ1が通常配置される穴Hijのマトリクスの外部に、少なくとも2個の同径又は異径の穴Ha、Hb、Hc、Hdを開けたセラミクス板2a、2b、…、2oを用いることもできる。この場合、これらの穴Ha～Hdにより作られる貫通孔に金属線のような光ファイバ1と同径又は異径の線状体3を挿通した状態で、マトリクス内の穴Hijにより作られる貫通孔に光ファイバ1を挿通し、光ファイバの挿通固定後、線状体3を引き抜くようにして、作業を容易にすることができる。

【0031】

【発明の有利な効果】以上説明したように、この発明によると、複数枚のセラミクス板の各々に極めて高い精度をもって複数個の穴が予め形成され、これらのセラミクス板が積層されたセラミクス板積層体に穴が連通して形成される貫通孔に光ファイバが挿通されるので、光ファイバの配列ピッチが極めて高い精度をもって高密度に設定される2次元光ファイバレイ装置を提供することができる。

【0032】また、この発明によると、金属線のような線状体をガイドとして複数枚のセラミクス板を穴の貫通方向にそのまま積層する方法によって、穴が互に対応して連通されて光ファイバの貫通孔が精度よく形成されるので、精度の良好な2次元光ファイバレイ装置を簡単に組み立てることができる。

\*【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術による2次元光ファイバレイ装置を概略的に示す正面図。

【図2】従来技術による他の2次元光ファイバレイ装置を概略的に示す正面図。

【図3】本発明の一実施例による2次元光ファイバレイ装置を概略的に示す正面斜視図。

【図4】本発明の2次元光ファイバレイ装置に用いられるセラミクス板の一例を示す図。

10 【図5】本発明の一実施例による2次元光ファイバレイ装置の作製方法の前半工程を概略的に示す図。

【図6】本発明の一実施例による2次元光ファイバレイ装置の作製方法の後半工程を概略的に示す図。

【図7】本発明による変更された2次元光ファイバレイ装置作製方法例を概略的に示す図。

【符号の説明】

Sj 厚さTjを有する基板、

Gj 横方向ピッチPyで形成される複数(m)個の溝、

20 Rj 複数(n)枚の1次元アレイ、

Px 縦方向ピッチ、

Eij アレイ要素、

Fij 外径φijを有するフェルール、

FR 枠、

Hij マトリクス内に形成された穴、

Ha～Hd マトリクス外に形成された穴、

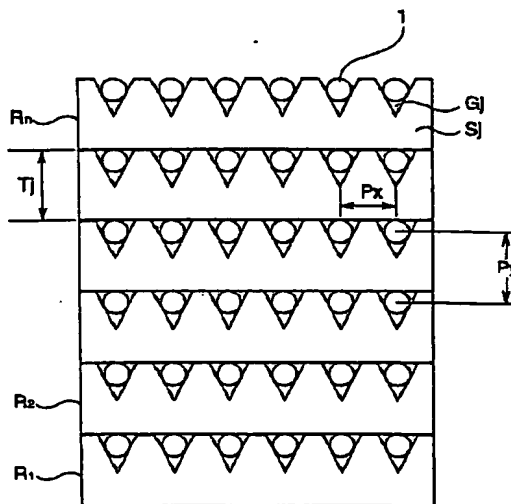
1 光ファイバ、

2 全積層厚Dを有するセラミクス板積層体、

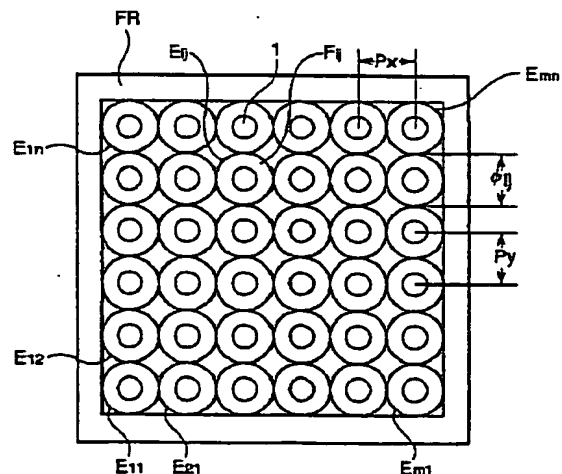
2a、2b、2c、…、2n、2o 板厚Dzを有するセラミクス板、

30 \* 3 線状体(金属線)。

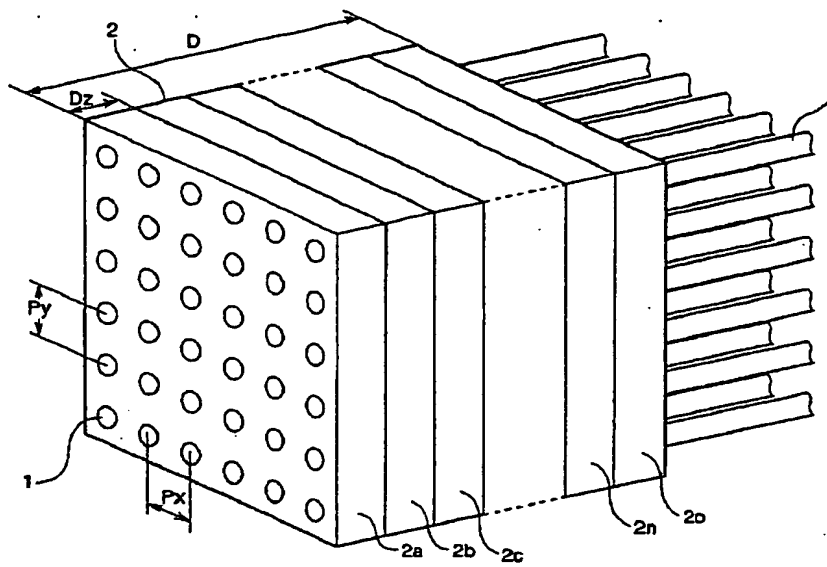
【図1】



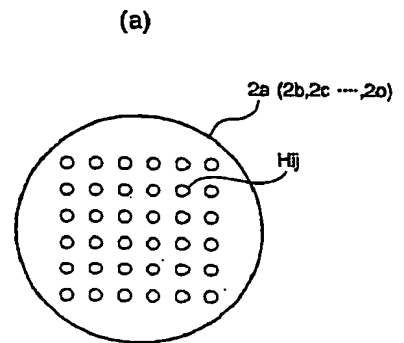
【図2】



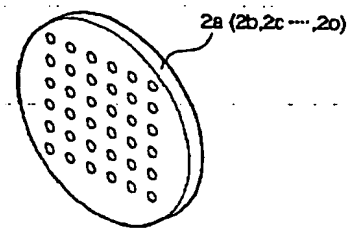
【図3】



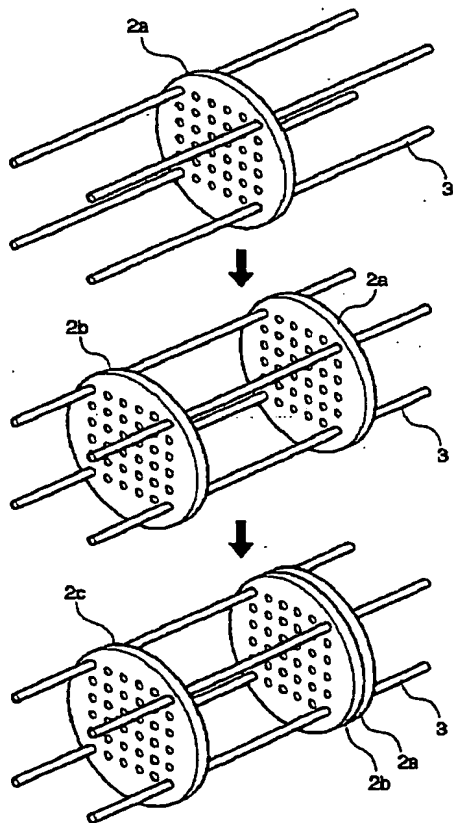
【図4】



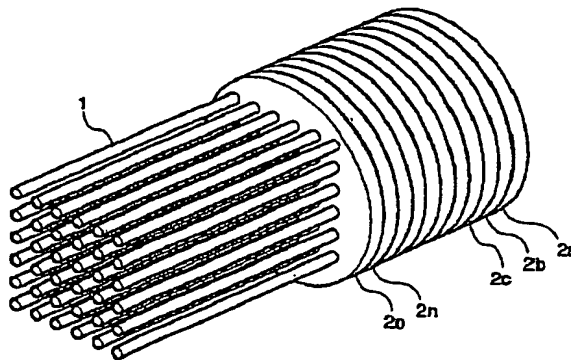
(b)



【図5】



【図6】



【図7】

